

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-207513

(43)Date of publication of application : 26.07.1994

(51)Int.Cl.

F01P 7/04

F01P 7/08

(21)Application number : 05-269058

(71)Applicant : FORD MOTOR CO

(22)Date of filing : 27.10.1993

(72)Inventor : CUMMINS JAMES M
SNOKE JOHN T
BURNHAM GENE R

(30)Priority

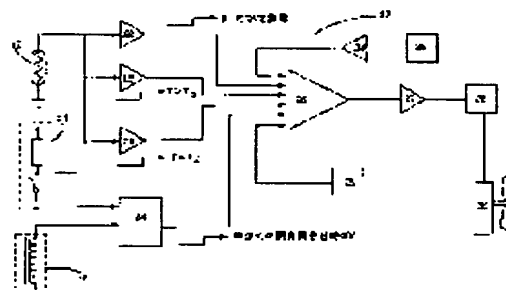
Priority number : 92 968083 Priority date : 28.10.1992 Priority country : US

(54) METHOD AND ANALOG ELECTRONIC FAN CONTROL CIRCUIT FOR ELECTRICALLY CONTROLLING ENGINE FAN

(57)Abstract:

PURPOSE: To effectively control a cooling fan by receiving threshold temperature signals from coolant temperature signals and invalid signals showing if the vehicle speed is slower than a predetermined speed, and controlling on-off of a vehicle fan clutch based on the speed signals and the engine load signals.

CONSTITUTION: A control circuit 10 has a thermistor 12, a load sensor 14, and a vehicle-to-road speed sensor 16. Temperature detectors 18, 20 receiving coolant temperature signals of the thermistor 12 respectively generate signals showing if the speed over a predetermined speed, a temperature detector 22 generates invalid signals showing if action of the thermistor 22 is correct, and a switch 24 generates invalid signals while the vehicle-to-road is slower than the determined speed. These signals are input into a judgment comparator 26, and vehicle fan clutch 28 and cooling fan 30 are turned on or turned off corresponding to the coolant temperature, the vehicle-to-road speed and the engine load conditions. By this manner, the cooling fan is effectively controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE LEFT BLANK

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the automobile which has an engine, a coolant system, and a fan The heat detection means for generating the coolant temperature signal which detected the temperature of said coolant and is proportional to this temperature, The threshold level temperature signal generation means for generating a threshold level temperature signal, when it has connected with said heat detection means electrically, a coolant temperature signal is received and coolant temperature exceeds predetermined temperature, The speed detection means for generating the speed signal which detected the vehicle speed for a road and is proportional to this rate, The load detection means for detecting that the predetermined engine load exists and generating the load signal corresponding to this, The invalid signal generation means for generating an invalid signal, when it has connected with said load detection means and said speed detection means electrically, said speed signal and a load signal are received and the predetermined engine load with the vehicle speed slower than a predetermined rate exists, It has connected with said threshold level temperature signal generation means and said invalid means generating means electrically. In response to an input signal including said threshold level temperature signal and said invalid signal, distinguish these, and at least one of said the input signals is answered. The analog electronic fan control circuit equipped with the control signal generating means for generating the control signal which can operate so that cooling of a required engine may be attained and a fan may be connected and driven with constant speed.

[Claim 2] Said fan is a control circuit according to claim 1 driven electrically.

[Claim 3] Said fan is a control circuit according to claim 1 driven by hydrostatic pressure.

[Claim 4] Said load detection means is the control circuit [equipped with the sensor of a HVAC system] according to claim 1.

[Claim 5] Said heat detection means is the control circuit [equipped with the thermistor] according to claim 1.

[Claim 6] Said speed detection means is the control circuit [equipped with the adjustable reluctance type opposite road rate sensor] according to claim 1.

[Claim 7] Said invalid signal generation means is the control circuit [equipped with the programmable frequency switch] according to claim 1.

[Claim 8] Said control signal generating means is the control circuit [equipped with the comparator for distinction] according to claim 1.

[Claim 9] Said threshold level signal generation means is the control circuit [equipped with the operational amplifier] according to claim 1.

[Claim 10] The voltage regulator for connecting with said heat detection means, said threshold level temperature signal generation means, said invalid signal generation means, and said control signal generating means electrically, and changing input voltage into 8 volts of a direct current, Connect with said control signal generating means electrically, and the temperature of a predetermined car actuation system is detected. The control circuit according to claim 1 further equipped with the 2nd heat detection means for generating the 2nd invalid signal received by said control signal generating means when the temperature of said predetermined system exceeds the 2nd predetermined temperature.

[Claim 11] Said 2nd heat detection means is the control circuit [equipped with the thermometric element of the fluid for power steering] according to claim 10.

[Claim 12] Said 2nd heat detection means is the control circuit [equipped with the thermometric element of the fluid for transmission] according to claim 10.

[Claim 13] Said 2nd heat detection means is the control circuit [equipped with the thermometric element of an air antiaircraft mind intercooler] according to claim 10.

[Claim 14] The control circuit according to claim 10 further equipped with 3rd invalid signal generation means to connect with said control signal generating means electrically, to receive said coolant temperature signal, and to generate the 3rd invalid signal when said heat detection means is malfunction.

[Claim 15] In the heavy-loading directions automobile which has an engine, a coolant system, a HVAC system, a fan, and a fan clutch The heat detection means for generating the coolant temperature signal which detected the temperature of said coolant and is proportional to this temperature, The 1st temperature signal generation means for generating the 1st temperature signal, when it connects electrically with said heat detection means, a coolant temperature signal is received and coolant temperature exceeds the 1st predetermined temperature, The 2nd temperature signal generation means for generating the 2nd temperature signal, when it connects with said heat detection means electrically, a coolant temperature signal is received and coolant temperature exceeds the 2nd predetermined temperature, The speed detection means for generating the speed signal which detected the vehicle speed for a road and is proportional to this rate, The load detection means for detecting actuation of said HVAC system and generating a corresponding load signal, The 1st invalid signal generation means for generating the 1st invalid signal, when it connects with said heat detection means electrically, a coolant temperature signal is received and said heat

detection means has malfunctioned, It has connected with said speed detection means and said load detection means electrically. The 2nd invalid signal generation means for generating the 2nd invalid signal, when said speed signal and a load signal are received, the vehicle speed is slower than a predetermined rate and the HVAC system is connected, It connects with the said 1st and 2nd temperature signal generation means, said 1st, and 2nd invalid signal generation means electrically. It distinguishes in response to an input signal including the said 1st and 2nd temperature signals, said 1st, and 2nd invalid signals. The analog electronic fan control circuit equipped with the control signal generating means for generating the control signal which operates so that at least one of said input signals may be answered, cooling of a required engine may be attained and a fan may be connected and driven with constant speed.

[Claim 16] Said fan clutch is a control circuit according to claim 15 driven with air.

[Claim 17] Said fan clutch is a control circuit according to claim 15 which is a magnetic type.

[Claim 18] The voltage regulator for connecting with the said heat detection means, said 1st and 2nd temperature signal generation means, said 1st, and 2nd invalid signal generation means and said control signal generating means electrically, and changing input voltage into 8 volts of direct currents, Connect with said control signal generating means electrically, and the temperature of a predetermined actuation system is detected. The control circuit according to claim 15 further equipped with the 2nd heat detection means for generating the 3rd invalid signal received by said control signal generating means when the temperature of said predetermined system exceeds the 3rd predetermined temperature.

[Claim 19] It is an approach for controlling electronically the engine fan in the heavy-loading support car which has an engine, an engine coolant system, a HVAC system, and a fan. Detect the temperature of said engine coolant and the coolant temperature signal proportional to said coolant temperature is generated. When a coolant temperature signal and the 1st predetermined temperature are measured and coolant temperature exceeds said 1st predetermined temperature, If the 1st temperature signal is generated, said coolant temperature signal and the 2nd predetermined temperature are measured and said coolant temperature exceeds said 2nd predetermined temperature Generate the 2nd temperature signal and the rate to the road of said automobile is detected. Generate the speed signal proportional to said vehicle speed, and it detects whether said HVAC system was connected. If generate the load signal corresponding to the load of the HVAC system concerning said engine, said speed signal and a predetermined rate are measured, and said vehicle speed is slower than said predetermined rate and said HVAC system is operating So that an invalid signal may be generated, the control signal generating means for receiving and comparing an input signal including said the 1st and 2nd temperature signals and said invalid signals may be established and cooling of a required engine may be attained The approach for controlling electronically the engine fan having many processes which answer at least one of said input signals, and generate the control signal which can operate so that a fan may be connected and a fan may be driven with constant speed.

[Claim 20] The approach according to claim 19 of including further the process which will generate the 2nd invalid signal received by said control signal generating means if the temperature of a predetermined car actuation system is detected, the temperature of said predetermined actuation system and the 3rd predetermined temperature are measured and the temperature of said actuation system exceeds said 3rd predetermined temperature.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001] Cross reference this application of related application is the United States patent application 857,900th under continuation for which it applied on March 26, 1992. A number is continuation application a part and both applications are owned by the same people.

[0002]

[Industrial Application] Generally this invention relates to the approach and electronic circuitry for controlling an engine fan's actuation in a detail more about actuation of the fan for cooling automatic in the car.

[0003]

[Description of the Prior Art] Generally, during actuation, the engine-coolant system which carries out liquid coolant circulation of the surroundings of the cylinder crank case which carries out heat exchange is formed in the conventional automobile so that heat may be removed from an engine. This cooling system contains the radiator for generally distributing the heat absorbed by the liquid coolant. The HVAC system containing the capacitor using the Freon gas which operates also so that heat may be distributed is also prepared in many automobiles. In order to promote distribution of the heat from a car engine-coolant system and a HVAC system, generally the automobile is equipped with the fan for making it air pass to a radiator and a capacitor at the time of a low speed from which the airstream which passes a radiator and a capacitor serves as min. This fan can connect now with the fan clutch which answers separately either of the pressures of the Freon gas in engine coolant temperature or a capacitor.

[0004] However, in such a design, various problems may arise at the time of actuation. For example, it restricts, when engine temperature or the pressure of a capacitor crosses a predetermined set point, and generally a fan is connected. Then, a fan is separated and engine temperature or the pressure of a capacitor rises to the point that a fan is connected again. Failure of temperature and a Freon pressure switch not only breaks out frequently, but it produces too much periodic actuation of a fan device especially during an idling during low-speed actuation of a car. The problem of such too much periodic actuation becomes general more serious during actuation of a HVAC system, when either engine temperature or a capacitor pressure can connect a cooling fan separately.

[0005] If failure of not only failure of temperature or a pressure sensor but a switch arises, as a result, an engine or a HVAC system may overheat for a short time. When a fan device carries out periodic actuation too much, the life of a fan device may become short, the fuel consumption of the whole engine may worsen, or the trouble shooting of a system may become still more difficult. When unsuitable cooling is performed, the dependability of the components of a system may worsen in 2nd order. Finally, the conventional engine fan lacked in the controlled responsibility over the cooling conditions of other car systems containing transmission oil, power-steering oil, especially an air antiaircraft mind intercooler.

[0006] Various systems are proposed in order to cope with some of these problems until now. One of the systems of these is indicated by U.S. Pat. No. 4,425,766 given to the clay pole (Claypole). The above-mentioned clay pole patent is indicating the power control system for automobile cooling fans equipped with the electronic control unit which uses the microprocessor for answering ON of engine temperature, an engine speed, the vehicle speed for a road, and a HVAC system, and an OFF state, and controlling an engine fan as the base. The die length of the low-battery signal sent to an engine-coolant fan changes through a pulse width modulator according to the need of cooling an engine. This voltage signal can carry out direct actuation so that an engine-coolant fan may be driven with a variable speed.

[0007] However, the clay pole patent has not solved the problem of the overheat relevant to failure of temperature or a pressure switch, and a detector. Moreover, the clay pole patent has not described control of the cooling conditions of other car systems containing transmission oil, power-steering oil, and an air antiaircraft mind intercooler. Furthermore, since there are not increase of the cost of a system and an additional logical circuit by using a microprocessor, the number of the input signals for controlling the fan actuation based on other car actuation systems is limited. Moreover, the increase of the radiant quantities of the electromagnetic wave of a system and possibility of therefore blocking other electronic car systems increase use of a microprocessor.

[0008] Furthermore, the system of a clay pole patent is indicating the engine fan by whom a direct drive is done with the voltage signal from a pulse width modulator. Consequently, it can operate with the minicar which is not using an engine-coolant fan whom the system of the clay pole takes big horsepower, for example, a passenger car. When an engine-coolant fan is operated by the system of the clay pole, engine effectiveness will fall in the large-sized motor vehicle which has the engine-coolant fan who needs big horsepower, for example, a heavy-duty truck, sharply. This pulse-width-modulation system has not carried out adaptation to efficient control of an engine fan clutch, either, and is not aimed at this at the last, either.

[0009] U.S. Pat. No. 4,546,742 given to SUTAGESU (Sturges) is indicating the climate control system for internal combustion engines which has a variable speed cooling fan. The system of this SUTAGESU opens and closes a solenoid valve by turns using

a pulse-width-modulation electrical-potential-difference signal generator, it operates so that a cooling fan may therefore be driven, and it controls hydrostatic pressure level. However, as a result, the system of SUTAGESU does not conform to efficient control of an engine fan clutch, and is not aimed at this.

[0010] the British patent application 2,142,445th — No. A is indicating the cooling-fan drive control system for cars using the electronic control unit for answering engine coolant temperature, an engine speed, and an engine load, and controlling actuation of an engine fan clutch and a fan. This system connected the engine fan, when coolant temperature exceeded high predetermined temperature, and if cooling temperature becomes lower than low predetermined temperature, the digital logic circuit which separates an engine fan will be used. When coolant temperature is between the above-mentioned high predetermined temperature and low temperature, an engine fan answers only an engine speed and an engine load, and is controlled.

[0011] U.S. Pat. No. 4,804,139 given to Biel (Bier) is indicating the cooling system for water cooling type engines which used the invalid equipment which answers failure of two engine coolant thermometric elements and a thermometric element for controlling an engine fan's actuation. However, this Biel system is a system which uses a microprocessor as the base, and the problem that cost increases, an input signal is limited, or the radiant quantities of an electromagnetic wave increase produces it by using this microprocessor.

[0012] U.S. Pat. No. 4,930,320 given out of IDE (Ide) is indicating the cooling-fan control unit for automobiles equipped with the air conditioner. This IDE patent is using the digital electronic control unit which answers the HVAC system of an automobile for controlling an engine fan's actuation. Since U.S. Pat. No. 4,651,922 and the Japan patent No. 39513 [58 to] which were given to the nova (Noba) increase refrigeration capacity, the engine fan control system using two cooling fans is indicated. U.S. Pat. No. 4,848,100 given out of BATERU (Barthel) is indicating the system for controlling the flow of the refrigerant in a HVAC system.

[0013] The above-mentioned conventional equipment is an engine-coolant fan's general background and ***** about control. These equipments lack in the universal responsibility to many car systems which need cooling, and lack in compatibility with the cooling system of various automobiles, and have the various problems that components become complicated.

[0014] Therefore, the purpose of this invention is to offer the electronic control for enforcing the approach and this approach for answering the various car systems which need cooling and controlling a car engine efficiently.

[0015] Another purpose of this invention is easy structure, is easy to manufacture, is manufactured from the conventional components, is easy to maintain, durable, is easy a trouble shooting, and is to offer the approach and the equipment for answering the various car systems which are conformable with a direct-drive type or a clutch passive-movement type engine-coolant fan and which need cooling, and controlling a car engine-coolant fan efficiently.

[0016] Still more nearly another purpose of this invention is to offer the approach and equipment for answering the various car systems which prolong the life of a fan device and improve engine fuel consumption and which need cooling, and controlling a car engine-coolant fan efficiently.

[0017] Still more nearly another purpose of this invention is to offer the approach and equipment for answering the various car systems which improve the dependability of the both sides of the car system which needs cooling, and the control system itself and which need cooling, and controlling a car engine-coolant fan efficiently.

[0018] Still more nearly another purpose of this invention is to offer the approach and equipment for answering the various car systems which have the invalid device which operates when components break down and which need cooling, and controlling a car engine-coolant fan efficiently.

[0019]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, generally the electronic control circuit of this invention consists of components which operate as follows.

[0020] The temperature of an engine coolant is detected and the heat detection means for generating the coolant temperature signal proportional to this temperature is established. A threshold level temperature signal generation means is used for generating the threshold level temperature signal which indicates whether coolant temperature exceeded predetermined temperature in response to a coolant temperature signal.

[0021] Furthermore, a speed detection means for a road to detect the rate for a road of an automobile, and the load detection means for detecting actuation of a predetermined automobile actuation system are established. A speed detection means generates the speed signal proportional to the rate for a road of an automobile, and a load detection means generates the load signal corresponding to the detected load concerning an engine similarly so that it may state to a detail more at this specification.

[0022] Furthermore, an invalid signal generation means to generate the invalid signal which indicates whether the rate for a road of an automobile when the predetermined car actuation system is connected is slower than a predetermined rate is also established in response to the speed signal and the load signal. Furthermore, a threshold level temperature signal and an invalid signal are received, predetermined temperature, the rate for a road of an automobile, and an engine load condition are answered, and a control signal generating means to generate the control signal which operates so that it may connect or separate, the fan clutch, i.e., the cooling fan, of an automobile, is also established.

[0023] If detailed explanation of the following about the best mode for carrying out this invention is read with reference to an accompanying drawing, the above and the other purpose, the description, and advantage of this invention will become clear easily.

[0024]

[Example]

The best mode electronic fan control circuit, next best drawing 1 for inventing are referred to. The control circuit of this invention is shown in the block diagram, and the whole is expressed as the number 10. This circuit is equipped with a thermistor 12, the load sensor 14, and the car rate sensor 16 for a road.

[0025] A thermistor 12 detects the temperature of an engine coolant and serves as a heat detection means for generating the coolant temperature signal proportional to this temperature. Although a thermistor 12 is the thing of the conventional design, it is desirable to have the negative temperature coefficient in which resistance falls gradually as engine coolant temperature rises. However, please care about that it can naturally permute by the thermistor 12 of other types of common knowledge to this contractor easily.

[0026] The load sensor 14 is the thing of the conventional design, and serves as a load detection means for detecting actuation of the predetermined car actuation system which gives a synthetic load to an engine. For example, in the case of a HVAC system, a sensor 14 detects actuation of this HVAC system, and when a HVAC system is connected, it is used so that a load signal may be generated. These people recognize it as the ability to be used also for the load sensor 14 generating the measurement signal which it not only detects existence of an engine load, but is proportional to the synthetic load concerning an engine.

[0027] A speed sensor 16 detects the rate to the road of a car, and serves as a speed detection means for generating the speed signal proportional to this rate. Although the rate sensor 16 for a road is the conventional adjustable reluctance form sensor, it is desirable to prepare in the posterior part of the transmission system of a car.

[0028] Furthermore, reference of drawing 1 shows the electronic control circuit 10 of this invention that the 1st thermometric element 18 is included. This thermometric element 18 receives the coolant temperature signal of a thermistor 12, and this coolant temperature is the 1st predetermined temperature T1. It is the 1st temperature signal generation means for generating the 1st temperature signal which indicates whether have exceeded or not. Temperature T1 Any are sufficient as long as it is the predetermined temperature decided by the car and the engine specification. As shown in drawing 2, as for this 1st thermometric element 18, it is desirable that it is the comparator of a well-known design, for example, the conventional operational amplifier.

[0029] Furthermore, drawing 1 is referred to. The electronic fan control circuit 10 of this invention is further equipped with the 2nd thermometric element 20. This thermometric element 20 receives the coolant temperature signal of a thermistor 12, and this engine coolant temperature is the 2nd predetermined temperature T2. It is the 2nd temperature signal generation means for generating the 2nd temperature signal which indicates whether have exceeded or not. As shown in drawing 2, also as for this 2nd thermometric element 20, it is desirable that it is the comparator of a well-known design, for example, the conventional operational amplifier.

[0030] During actuation, it is T2. T1 The applicant discovered that a high thing was desirable. However, this temperature T2 It turns out that it is good at the temperature decided with a specific car and the engine relevant to this. In practice, what is necessary is to be the measuring object and to use only an one threshold level type thermometric element for generating the input signal to a circuit depending on an answered parameter.

[0031] If drawing 1 is referred to again, the electronic fan control circuit 10 of this invention will be further equipped with the malfunction detector 22 of an option. This detector 22 receives the coolant temperature signal of a thermistor 12, and constitutes the 1st invalid signal generation means for generating the 1st invalid signal which indicates whether the thermistor 12 is operating correctly. There is failure on actuation of either the condition in which the thermistor short-circuited as malfunction of a thermistor 12, or the condition of having become opening. As shown in drawing 2, this malfunction detector 22 is also a thing conventional operational amplifier type.

[0032] The electronic fan control circuit 10 is equipped also with the programmable frequency-electrical-potential-difference switch 24. This switch 24 receives a load signal and a speed signal from the load sensor 14 and a speed sensor 16, respectively, and constitutes the 2nd invalid signal generation means for generating the 2nd invalid signal under specific conditions. For example, when used for detecting the connected HVAC system, a switch 24 generates the 2nd invalid signal, when a HVAC system is connected and the vehicle speed for a road becomes slower than the predetermined rate V. Though natural, a rate V can change according to a specific car and a related engine. However, the vehicle speed V must be more than the minimum speed that becomes enough for the airstream which passes the capacitor produced by migration of a car to cool a required capacitor, even if it does not cool separately by the engine fan of a car.

[0033] To the programmable frequency-electrical-potential-difference switch 24, only the number of arbitration can use the well-known conventional circuit for this contractor. As shown in drawing 2, in this invention, the circuit chip displayed as LM2907 is used. This programmable frequency switch 24 of set [it / also so that another invalid signal or an alternative invalid signal may be generated under other various air-conditioning load conditions and vehicle speed actuation conditions] is clear. This programmable frequency switch 24 can also be permuted by the usual timing device 25 of common knowledge to this contractor that memorizes the above or another engine load, and the vehicle speed actuation conditions for a road.

[0034] Furthermore, drawing 1 is referred to. The electronic fan control circuit 10 of this invention is equipped also with the comparator 26 for distinction. This comparator 26 for distinction constitutes the control signal generating means for receiving the 1st invalid signal from a detector 22, and not only the 2nd invalid signal from the programmable frequency switch 24 but the 1st [from thermometric elements 18 and 20], and 2nd temperature signals. This distinction comparator 26 answers engine coolant temperature, the predetermined vehicle speed for a road, and predetermined engine load conditions, and serves as a control signal generating means for generating the control signal which operates so that the fan clutch 28 and cooling fan 30 of a car may be connected or turned off. To this distinction comparator 26, only the number of arbitration can use the well-known conventional comparator, for example, the conventional operational amplifier, for this contractor. As shown in drawing 2, in this invention, the circuit chip displayed as LM2902 is used.

[0035] Generally actuation of the electronic fan control circuit 10 of this invention is explained especially with reference to drawing 5 with reference to drawing 1 -4 below actuation of a circuit.

[0036] First, in the desirable example of this invention, regardless of other actuation conditions, a fan clutch 28 and a fan 30 are connected automatically, and it is recognized that two independent invalid conditions air makes it make it pass the capacitor and radiator of a car exist.

[0037] Whenever it refers to drawing 5, a thermistor 12 malfunctions, and when generating the coolant temperature signal which displays the condition of starting the malfunction detector 22, the 1st invalid condition exists. In this situation, it cannot judge whether an engine-coolant system must operate without harnessing the advantage which feeds back temperature information, and engine coolant temperature is in the usual actuation parameter. In order to abolish possibility that an engine overheats, the malfunction detector 22 generates the 1st invalid signal in the comparator 26 for distinction. Next, the distinction comparator 26 generates the control signal which operates so that a fan clutch 28 and a fan 30 may be connected until a thermistor 12 can operate now correctly or it is exchanged.

[0038] (1) When generating the load signal which displays this condition in the programmable frequency switch 24, (2) vehicle speed is slower than the predetermined rate V, a load sensor detects that the HVAC system was connected, a speed sensor 16 detects *****, and when this sensor generates the speed signal which displays this condition in the programmable frequency switch 24, the 2nd invalid condition always exists. As stated previously, the predetermined rate V is the vehicle speed for a road, and if it becomes slow from this, the airstream which passes the capacitor produced by migration of a car is inadequate [the rate] for giving the required refrigeration capacity to a capacitor. In this situation, the programmable frequency switch 24 generates the 2nd invalid signal in the comparator 26 for distinction. The comparator 26 for distinction generates the control signal which operates so that a fan 35 may be connected with a fan clutch 28 until a HVAC system is cut or the vehicle speed for a road becomes quicker than the predetermined rate V.

[0039] The above-mentioned invalid condition is detected separately mutually, and if answered separately, it should be recognized. Therefore, in explaining actuation of other components of this invention, it is assumed that neither of the above-mentioned invalid condition exists. Moreover, temperature T1 predetermined in coolant temperature And when it becomes higher than T2, actuation of a circuit is explained with reference to two thermometric elements used for generating each temperature signal, respectively. $T1 < T2$ It is used also as a becoming reference point.

[0040] Engine coolant temperature is the 1st predetermined temperature T1. If a thermistor 12 generates the coolant temperature signal which indicates that it exceeded, the 1st thermometric element 18 will generate the 1st temperature signal corresponding to the coolant temperature signal received by the comparator 26 for distinction. Engine coolant temperature is the 2nd predetermined temperature T2 similarly. If a thermistor 12 generates the coolant temperature signal which indicates that it exceeded, the 2nd thermometric element 20 will generate the 2nd temperature signal corresponding to this signal, and the 2nd temperature signal will be received by the comparator 26 for distinction. Since there are two coolant temperature input edges in an important thing, a comparator investigates the both sides of thermometric elements 18 and 20, and the comparator 26 for distinction only generates a control signal, after receiving and analyzing a corresponding temperature signal. Therefore, the control circuit of this invention is the continuation input circuit which carries out the monitor of temperature, the specific rate for a road, and specific load conditions continuously.

[0041] Therefore, for the comparator 26 for distinction, the detected engine coolant temperature is T2 during actuation. When it becomes high, the control signal which operates so that engagement to a fan clutch 28 and a fan 30 may be maintained is generated. However, the temperature of the detected engine coolant is T1. When it falls, for the comparator 26 for distinction, the temperature of an engine coolant is T2. The control signal which operates so that a fan clutch 28 and a fan 30 may be cut is generated until it becomes high. The more detailed logic sequence of the control circuit of this invention is shown in drawing 4.

[0042] As stated previously, the control circuit 10 of this invention is continuous investigation, i.e., an analog circuit. This design has the advantage of many others rather than the control circuit based on digital technique. I hear that the control circuit 10 of this invention can accept the input signal of the number of the infinity from various car actuation systems, and one of the advantages of these has it. The same digital control circuit always needs another microprocessor unit for this and a contrast target accepting the input signal of an additional car actuation system. Furthermore, since a digital control circuit generally emits a high-level electromagnetic wave, this electromagnetic wave may block the actuation of a car system based on other electronic techniques. With the analog property of the control circuit of this invention, since the amount of electro magnetic radiation from a circuit decreases, active jamming of actuation of other electronic car systems decreases.

[0043] Components, next drawing 2 are referred to. The detail drawing of the electronic fan control circuit 10 of this invention is shown in this drawing. As mentioned above, thermometric elements 18 and 20 and the malfunction detector 22 are shown by each as a thing conventional operational amplifier type. Furthermore, the programmable frequency switch 24 and the comparator 26 for distinction are shown as a conventional comparator of the shape of a standard operational amplifier displayed as circuit chips LM2907 and LM2902, respectively. Drawing 2 shows the electrical part required to prevent, too much connection and separation actuation, i.e., hunting actuation, of the fan clutch 28 in the vehicle speed chosen by about 5-mile hysteresis to the predetermined rate V per hour, with the programmable frequency switch 24. Drawing 2 shows further not only the voltage regulator 17 for adjusting the battery voltage of a car to 8 volts of fixed direct currents but the power amplification 27 which amplifies the power of the control signal generated by the comparator 26 for distinction.

[0044] The logic sequence next drawing 3, and drawing 2 of a control circuit are referred to. The simplified schematic of an electronic fan control circuit is shown in these Figs. with the logic sequence table which summarizes the above-mentioned actuation. An electrical potential difference [in / as shown in drawing 3 and drawing 4 / each point of an operational amplifier (namely, thermometric elements 18 and 20 and the malfunction detector 22) outputting / common] is a reference mark Ek. It is displayed. The base reference voltage and output voltage of the comparator 26 for distinction are Ef respectively similarly. And E0 It is displayed.

[0045] As mentioned above, this logic sequence assumes that neither of two invalid conditions relevant to existence of the malfunction thermistor 12 or the air-conditioning load at the time of a low speed exists. With the 1st scenario shown in drawing 4, the temperature of an engine coolant is the 1st predetermined temperature T1. It is low. This temperature is the temperature of the base reference point described previously.

[0046] Under these conditions, both the 1st thermometric element 18 and the 2nd thermometric element 20 generate "OFF"

signal (namely, 0 volt). Therefore, Ek The electrical potential difference which can be set becomes 0 volt. By the serial part piezo-resistance machine of 47 kilohms, it is reference voltage Ef. It becomes about 4 volts (namely, 5.3 volts). Ek Ef If low, the comparator 26 for distinction will generate an ON signal, and it is output voltage Eo. It becomes 8 volts. Since the reversal design of the electronic fan control unit 10 is carried out, the ON signal generated by the comparator for distinction corresponds to the separation condition of a fan clutch 28 and a fan 30.

[0047] The temperature of an engine coolant is the 1st predetermined temperature T1. 2nd predetermined temperature T2 The 1st thermometric element 18 generates an ON signal (namely, 8 volts), and, on the other hand, the 2nd thermometric element 20 continues generating an off signal (namely, 0 volt) as it increases to the value of a between. Therefore, Ek The electrical potential difference which can be set rises to 4 volts by the partial pressure resistor by which the series connection of the 100 kilohms was carried out. Ek Reference voltage Ef Since it is still low, it is the output voltage Eo of the comparator for distinction. It is still 8 volts and a fan clutch 28 and a fan 30 are still the conditions of having been separated.

[0048] The temperature of an engine coolant is the 2nd predetermined temperature T2. If it exceeds, the both sides of the 1st thermometric element 18 and the 2nd thermometric element 20 will generate an ON signal (namely, 8 volts). Ek The electrical potential difference which can be set becomes 8 volts by the partial pressure resistor by which the series connection of the 100 kilohms was carried out. Ek Ef If it exceeds, it is output voltage Eo. It is changed into 0 volt according to the function of the comparator 26 for distinction. Therefore, a fan clutch 28 and a fan 30 are connected. Furthermore, Ef The electrical potential difference which can be set falls to about 2 volts (namely, 2.7 volts) by the partial pressure resistor by which the series connection of the 47 kilohms was carried out.

[0049] The temperature of an engine coolant is the 1st predetermined temperature T1. 2nd predetermined temperature T2 If it falls to the value of a between, the 2nd thermometric element 20 will generate an off signal (namely, 0 volt), and, on the other hand, the 1st thermometric element 18 will continue generating an ON signal (namely, 8 volts). Therefore, Ek The electrical potential difference which can be set returns to 4 volts. Ek Ef If it continues exceeding, it is output voltage Eo. It is still 0 volt and a fan clutch 28 and a fan 30 stop at the condition of having connected.

[0050] To the last, the temperature of an engine coolant is the 1st predetermined temperature T1. If it falls, the both sides of the 1st thermometric element 18 and the 2nd thermometric element 20 will generate an off signal (namely, 0 volt). Consequently, Ek The electrical potential difference which can be set falls to 0 volt. Ek Ef In case it becomes low, it is output voltage Eo. It is changed into 8 volts according to the function of the comparator 26 for distinction, and a fan clutch 28 and a fan 30 are separated. Furthermore, Ef The electrical potential difference which can be set rises to about 4 volts (namely, 5.3 volts) by the partial pressure resistor by which the series connection of the 47 kilohms was carried out, and returns a condition to the condition of a base reference point.

[0051] Drawing 3 also shows the programmable frequency switch 24 in the condition of having carried out simple. this programmable frequency switch 24 — the conventional diode 32 — the above-mentioned point outputting [common] — setting — electrical potential difference Ek from — it is isolated. If the programmable frequency switch 24 generates the 2nd invalid signal, the point outputting [common] can be made, as for diode 32, to pass this signal freely. However, when the programmable frequency switch 24 does not generate the 2nd invalid signal, diode 32 makes impossible electric connection between the programmable frequency switch 24 and the point outputting [common].

[0052] Furthermore, drawing 3 is referred to. The comprehensive detector 34 is also shown in this drawing. This comprehensive detector 34 constitutes the 3rd invalid signal generation means for answering other car systems 35 which may need refrigeration capacity, for example, transmission oil, power-steering oil, or an air antiaircraft mind intercooler, and generating the 3rd invalid signal. The comprehensive detector 34 of the number of arbitration required to process all of the various car systems 35 which may need refrigeration capacity is incorporable so that clearly. For this comprehensive detector 34, the temperature of a corresponding car actuation system is 3rd predetermined temperature T3. When exceeding, the 3rd invalid signal is always generated. This comprehensive detector 34 is a thing conventional operational amplifier type, and is isolated from the above-mentioned point outputting [common] by the conventional diode 32 like [this comprehensive detector 34] the programmable frequency switch 24.

[0053] By old explanation of the electronic control circuit 10 of this invention, its actuation, components, and a logic sequence, you made it connected with a fan clutch 28 and a fan 30, and the circuit 10 was explained. Please care about that any of a magnetic passive-movement type or an air passive-movement type are sufficient as a fan clutch 28. Also in which configuration, the control signal generated by the circuit 10 of this invention can operate so that a solenoid may be ****(ed). In the case of an air passive-movement type clutch, a solenoid releases pressurization air required to operate a bulb (not shown) and operate a fan clutch 28. With a magnetic type clutch, a solenoid operates a fan clutch 28 directly. Any configuration is ****(ed) so that a fan clutch 28 may drive a fan 30 with constant speed.

[0054] It is also clear that the control circuit's 10 of this invention the direct drive of the fan 30 can be carried out, without using a fan clutch 28. A fan can control by this configuration by the electrical and electric equipment or hydrostatic pressure. When using an electric fan, the control signal generated by the circuit 10 can operate so that direct **** of the fan 30 may be carried out. In the case of a hydrostatic pressure type fan, the control signal generated by the circuit 10 **** a solenoid valve (not shown), and releases a fluid required to operate the hydrostatic pressure type fan motor for driving a fan 30. Moreover, also in which configuration, a fan 30 drives with constant speed.

[0055] Although the best mode for carrying out this invention above was explained to the detail, if it is this contractor, the another design and another example for carrying out invention indicated to the claim can be thought of.

[Translation done.]

THIS PAGE LEFT BLANK

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the logic diagram with which actuation of the electronic control circuit of this invention was simplified.

[Drawing 2] It is the detail drawing of the electronic control circuit of this invention.

[Drawing 3] It is the simplified schematic of the electronic control circuit of this invention.

[Drawing 4] It is the logic sequence diagram of the electronic control circuit of this invention.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the process of the approach of this invention.

[Description of Notations]

10 Fan Control Circuit

14 Load Sensor

18 20 Thermometric element

22 Malfunction Removal Machine

24 Programmable Frequency Switch

26 Comparator for Distinction

28 Fan Clutch

30 Cooling Fan

[Translation done.]

THIS PAGE LEFT BLANK

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-207513

(43)公開日 平成6年(1994)7月26日

(51)Int.Cl.⁵
F 0 1 P 7/04

識別記号 庁内整理番号
A 9246-3G
B 9246-3G
K 9246-3G
N 9246-3G
C 9246-3G

F I

技術表示箇所

7/08

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-269058

(22)出願日 平成5年(1993)10月27日

(31)優先権主張番号 9 6 8 0 8 3

(32)優先日 1992年10月28日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590002987

フォード モーター カンパニー
アメリカ合衆国ミシガン州ディアボーン,
ジ アメリカン ロード (番地なし)

(72)発明者 ジェームズ エム. カミンス
アメリカ合衆国ミシガン州ディアボーン,
パーカー 3334

(72)発明者 ジョン ティー. スノウク
アメリカ合衆国ミシガン州ロイヤル オー
ク, エス. ノウルズ 506

(72)発明者 ジーン アール. パーンハム
アメリカ合衆国ミシガン州リンカーン パ
ーク, クリーブランド 1783

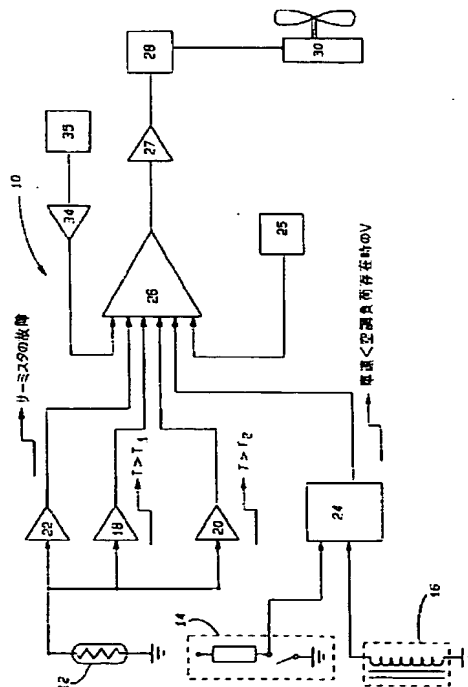
(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 エンジンファンを電子的に制御するための方法およびアナログ電子ファン制御回路

(57)【要約】

【目的】 冷却が必要な種々の車両システムに応答して車両エンジンファンを効率的に制御すること。

【構成】 電子エンジンファン制御装置は、エンジンクーラント温度と、車両空調負荷の作動と、道路に対する車両速度とを検出するための手段を含む。この制御装置は更にエンジンクーラント温度に反応して第1および第2の温度信号を発生するための手段と、所定の温度条件下または所定の負荷および速度条件下で、第1および第2の信号を発生するための無効信号発生手段を含む。この制御装置は最後に第1および第2の温度信号および第1および第2の無効信号を比較して、車両ファンを作動するよう制御信号を発生するための手段を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】エンジンと、クーラントシステムと、ファンとを有する自動車において、前記クーラントの温度を検出し、この温度に比例したクーラント温度信号を発生するための熱検出手段と、前記熱検出手段に電氣的に接続しており、クーラント温度信号を受け、クーラント温度が所定温度を越えた時、スレッシュールド温度信号を発生するためのスレッシュールド温度信号発生手段と、対道路車速を検出し、この速度に比例した速度信号を発生するための速度検出手段と、所定のエンジン負荷が存在していることを検出し、これに対応する負荷信号を発生するための負荷検出手段と、前記負荷検出手段および前記速度検出手段に電氣的に接続しており、前記速度信号および負荷信号を受け、車速が所定速度よりも遅く所定のエンジン負荷が存在している時に無効信号を発生するための無効信号発生手段と、前記スレッシュールド温度信号発生手段および前記無効信号発生手段に電氣的に接続しており、前記スレッシュールド温度信号および前記無効信号を含む入力信号を受けてこれらを区別し、前記入力信号の少なくとも一つに

応答して、必要なエンジンの冷却を達成するよう一定速度でファンを接続し、駆動するよう作動できる制御信号を発生するための制御信号発生手段とを備えたアナログ電子ファン制御回路。

【請求項2】前記ファンは電氣的に駆動される請求項1記載の制御回路。

【請求項3】前記ファンは流体圧により駆動される請求項1記載の制御回路。

【請求項4】前記負荷検出手段は空調システムのセンサを備えた請求項1記載の制御回路。

【請求項5】前記熱検出手段はサーミスタを備えた請求項1記載の制御回路。

【請求項6】前記速度検出手段は可変リラクタンス式対道路速度センサを備えた請求項1記載の制御回路。

【請求項7】前記無効信号発生手段はプログラム可能な周波数スイッチを備えた請求項1記載の制御回路。

【請求項8】前記制御信号発生手段は判別用コンパレータを備えた請求項1記載の制御回路。

【請求項9】前記スレッシュールド信号発生手段はオペアンプを備えた請求項1記載の制御回路。

【請求項10】前記熱検出手段、前記スレッシュールド温度信号発生手段、前記無効信号発生手段、前記制御信号発生手段に電氣的に接続されており、入力電圧を直流の8ボルトに変換するための電圧調節器と、前記制御信号発生手段に電氣的に接続されており、所定の車両作動システムの温度を検出し、前記所定システムの温度が第2の所定温度を越えた時、前記制御信号発生手段により受信される第2の無効信号を発生するための第2の熱検出手段とを更に備えた請求項1記載の制御回

路。

【請求項11】前記第2の熱検出手段は、パワーステアリング用流体の温度検出器を備えた請求項10記載の制御回路。

【請求項12】前記第2の熱検出手段は、トランスミッション用流体の温度検出器を備えた請求項10記載の制御回路。

【請求項13】前記第2の熱検出手段は、空気対空気インタークーラーの温度検出器を備えた請求項10記載の制御回路。

【請求項14】前記制御信号発生手段に電氣的に接続されており、前記クーラント温度信号を受け、前記熱検出手段が誤動作の場合に第3の無効信号を発生する第3の無効信号発生手段を更に備えた請求項10記載の制御回路。

【請求項15】エンジン、クーラントシステム、空調システム、ファンおよびファンクラッチを有する重負荷指示自動車において、

前記クーラントの温度を検出し、この温度に比例したクーラント温度信号を発生するための熱検出手段と、前記熱検出手段と共に電氣的に接続され、クーラント温度信号を受け、クーラント温度が第1の所定温度を越えた時、第1の温度信号を発生するための第1の温度信号発生手段と、

前記熱検出手段に電氣的に接続されており、クーラント温度信号を受け、クーラント温度が第2の所定温度を越えた時、第2の温度信号を発生するための第2の温度信号発生手段と、

対道路車速を検出し、この速度に比例した速度信号を発生するための速度検出手段と、

前記空調システムの作動を検出し、対応する負荷信号を発生するための負荷検出手段と、

前記熱検出手段に電氣的に接続されており、クーラント温度信号を受け、前記熱検出手段が誤動作している時第1の無効信号を発生するための第1の無効信号発生手段と、

前記速度検出手段および前記負荷検出手段に電氣的に接続しており、前記速度信号および負荷信号を受け、車速が所定速度よりも遅く、空調システムが接続されている時に第2の無効信号を発生するための第2の無効信号発生手段と、

前記第1および第2の温度信号発生手段および前記第1および第2の無効信号発生手段に電氣的に接続されており、前記第1および第2の温度信号および前記第1および第2の無効信号を含む入力信号を受けて区別し、前記入力信号のうちの少なくとも一つに応答して必要なエンジンの冷却を達成するよう一定速度でファンを接続し駆動するよう作動する制御信号を発生するための制御信号発生手段とを備えたアナログ電子ファン制御回路。

【請求項16】前記ファンクラッチは空気で駆動される

請求項 1 5 記載の制御回路。

【請求項 1 7】前記ファンラッチは磁気式である請求項 1 5 記載の制御回路。

【請求項 1 8】前記熱検出手段、前記第 1 および第 2 の温度信号発生手段、前記第 1 および第 2 の無効信号発生手段および前記制御信号発生手段に電氣的に接続されており、入力電圧を直流 8 ボルトに変換するための電圧調節器と、前記制御信号発生手段に電氣的に接続されており、所定の作動システムの温度を検出し、前記所定のシステムの温度が第 3 の所定の温度を越える時、前記制御信号発生手段により受信される第 3 の無効信号を発生するための第 2 の熱検出手段とを更に備えた請求項 1 5 に記載の制御回路。

【請求項 1 9】エンジン、エンジンクーラントシステム、空調システムおよびファンを有する重負荷支持車両内のエンジンファンを電子的に制御するための方法であって、前記エンジンクーラントの温度を検出し、前記クーラント温度に比例したクーラント温度信号を発生し、クーラント温度信号と第 1 の所定の温度とを比較し、クーラント温度が前記第 1 の所定温度を越えた時、第 1 の温度信号を発生し、前記クーラント温度信号と第 2 の所定温度とを比較し、前記クーラント温度が前記第 2 の所定温度を越えたと、第 2 の温度信号を発生し、前記自動車の道路に対する速度を検出し、前記車速に比例した速度信号を発生し、前記空調システムが接続されたかどうかを検出し、前記エンジンにかかる空調システムの負荷に対応した負荷信号を発生し、前記速度信号と所定の速度とを比較し、前記車速が前記所定速度よりも遅く、かつ前記空調システムが作動していると、無効信号を発生し、前記第 1 および第 2 の温度信号および前記無効信号を含む入力信号を受信し、比較するための制御信号発生手段を設け、必要なエンジンの冷却を達成するよう、ファンを接続し、一定速度でファンを駆動するよう作動できる制御信号を前記入力信号のうちの少なくとも一つにตอบสนองして発生する諸工程を備えたエンジンファンを電子的に制御するための方法。

【請求項 2 0】所定の車両作動システムの温度を検出し、前記所定の作動システムの温度と第 3 の所定温度とを比較し、前記作動システムの温度が前記第 3 の所定温度を越えたと、前記制御信号発生手段により受信される第 2 の無効信号を発生する工程を更に含む請求項 1 9 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】関連出願のクロスレファレンス本願は、1992 年 3 月 26 日出願された継続中の米国特許出願第 857,900 号の一部継続出願であり、両出願は同一人により所有されている。

【0002】

【産業上の利用分野】本発明は一般的には自動車内の冷却用ファンの作動に関し、より詳細にはエンジンファンの作動を制御するための方法および電子回路に関する。

【0003】

【従来の技術】従来の自動車には、一般に、作動中はエンジンから熱を除くよう、熱交換をするエンジンブロックの回りを液体クーラント循環するエンジン冷却システムが設けられている。この冷却システムは一般に液体クーラントにより吸収された熱を分散するためのラジエータを含んでいる。多くの自動車には熱を分散させるようにも作動するフレオンガスを用いたコンデンサを含む空調システムも設けられている。車両エンジン冷却システムおよび空調システムからの熱の分散を促進するため、ラジエータおよびコンデンサを通過する空気流が最小となるような低速時に空気がラジエータおよびコンデンサに通過するようにするためのファンを、自動車は一般に備えている。このファンは、エンジンクーラント温度またはコンデンサ内のフレオンガスの圧力のいずれかに別々に応答するファンラッチと接続できるようになっている。

【0004】しかしながら、このような設計では作動時に種々の問題が生じ得る。例えば、エンジン温度またはコンデンサの圧力が所定の設定点を越える場合に限り、ファンは一般に接続される。その後、ファンは切り離され、エンジン温度またはコンデンサの圧力はファンを再び接続するような点まで上昇する。車両の低速作動中、特にアイドリング中は、温度およびフレオン圧力スイッチの故障が頻繁に起きるだけでなく、ファン機構の過度の周期的動作も生じる。このような過度の周期的動作の問題は、エンジン温度またはコンデンサ圧力のいずれかが別々に冷却ファンを接続し得る場合、空調システムの作動中に一般により深刻となる。

【0005】温度または圧力検出器の故障だけでなく、スイッチの故障が生じると、その結果エンジンまたは空調システムが短時間でオーバーヒートし得る。ファン機構が過度に周期的動作をすると、ファン機構の寿命が短くなったり、エンジン全体の燃費が悪くなったり、システムのトラブルシューティングが更に困難となることがある。不適当な冷却が行われると、2 次的にシステムの部品の信頼性が悪くなることがある。最後に、従来のエンジンファンはトランスミッションオイル、パワーステアリングオイル、特に空気対空気インタークーラーを含む他の車両システムの冷却条件に対する制御された応答性に欠けていた。

【0006】これまで、これら問題のいくつかに対処するため、種々のシステムが提案されている。かかるシステムの一つは、クレイポール (Claypole) に与えられた米国特許第4,425,766号に開示されている。上記クレイポール特許は、エンジン温度、エンジン速度、対道路車速および空調システムのオン、オフ状態に応答してエンジンファンを制御するためのマイクロプロセッサをベースとする電子制御ユニットを備えた自動車冷却ファン用電力管理システムを開示している。エンジン冷却ファンに送られる低電圧信号の長さは、エンジンを冷却する必要性に応じてパルス幅変調器を介して変化される。この電圧信号は、可変速度でエンジン冷却ファンを駆動するよう直接作動できる。

【0007】しかしながらクレイポール特許は、温度または圧力スイッチおよび検出器の故障に関連したオーバーヒートの問題を解決していない。またクレイポール特許はトランスミッションオイル、パワーステアリングオイルおよび空気対空気インタークーラーを含む他の車両システムの冷却条件の制御については述べていない。更に、マイクロプロセッサを使用することによりシステムのコストが増し、付加的論理回路がないので、他の車両作動システムに基づくファン作動を制御するための入力信号の数が限定されている。またマイクロプロセッサの使用はシステムの電磁波の放射量を増し、よって他の電子車両システムを妨害する可能性が増す。

【0008】更に、クレイポール特許のシステムは、パルス幅変調器からの電圧信号により直接駆動されるエンジンファンを開示している。この結果、クレイポールのシステムでは大きな馬力を要するようなエンジン冷却ファンを使用していない小型自動車、例えば乗用車でしか作動できない。大きな馬力を必要とするエンジン冷却ファンを有する大型自動車、例えば大型トラックでは、クレイポールのシステムによりエンジン冷却ファンを作動させると、エンジンの効率は大幅に低下することになる。最後に、かかるパルス幅変調システムはエンジンファンクラッチの効率的な制御には適合もしていないし、またこれを対象とするものでもない。

【0009】スターゲス (Sturges) に与えられた米国特許第4,546,742号は、可変速度冷却ファンを有する内燃機関用温度制御システムを開示している。このスターゲスのシステムはパルス幅変調電圧信号発生器を利用してソレノイドバルブを交互に開閉し、よって冷却ファンを駆動するよう作動して流体圧レベルを制御するようになっている。しかしながらこの結果、スターゲスのシステムはエンジンファンクラッチの効率的な制御に適合していないし、またこれを対象とするものでない。

【0010】英国特許出願第2,142,445A号は、エンジンクーラント温度、エンジン速度およびエンジン負荷に応答してエンジンファンクラッチおよびファンの作動を制御するための電子制御ユニットを利用した車両用冷却フ

ファン駆動制御システムを開示している。このシステムは、クーラント温度が所定の高い温度を越えるとエンジンファンを接続し、冷却温度が所定の低い温度よりも低くなるとエンジンファンを切り離すデジタル論理回路を利用している。クーラント温度が上記所定の高い温度と低い温度の間にある時は、エンジンファンはエンジン速度およびエンジン負荷のみに応答して制御されるようになっている。

【0011】ビール (Bier) に与えられた米国特許第4,804,139号は、エンジンファンの作動を制御するのに2つのエンジンクーラント温度検出器および温度検出器の故障に応答する無効装置を利用した水冷式エンジン用冷却システムを開示している。しかしながらこのビールシステムはマイクロプロセッサをベースとするシステムであり、このマイクロプロセッサを使用することによりコストが増したり、入力信号が限定されたり、電磁波の放射量が増すという問題が生じる。

【0012】イデ (Ide) 外に与えられた米国特許第4,930,320号は、空調装置を備えた自動車用冷却ファン制御装置を開示している。このイデ特許は、エンジンファンの作動を制御するのに自動車の空調システムにตอบสนองするデジタル電子制御ユニットを使用している。ノバ (Noba) に与えられた米国特許第4,651,922号および日本国特許第58-39513号は、冷却能力を増すため、2つの冷却ファンを利用したエンジンファン制御システムを開示している。バーテル (Barthel) 外に与えられた米国特許第4,848,100号は、空調システム内の冷媒の流れを制御するためのシステムを開示している。

【0013】上記従来の装置は、エンジン冷却ファンの制御に関する一般的な背景となっている。これら装置は冷却を必要とする多数の車両システムへの普遍的な応答性に欠け、種々の自動車の冷却システムとの適合性に欠け、かつ部品が複雑になるという種々の問題を有している。

【0014】よって、本発明の目的は、冷却を必要とする種々の車両システムにตอบสนองして車両エンジンを効率的に制御するための方法およびこの方法を実施するための電子制御装置を提供することにある。

【0015】本発明の別の目的は、構造が簡単であり、製造が容易であり、従来の部品から製造され、メンテナンスが簡単であり、耐久性があり、トラブルシューティングが容易であり、直接駆動式またはクラッチ被動式エンジン冷却ファンと適合性がある、冷却を必要とする種々の車両システムにตอบสนองして車両エンジン冷却ファンを効率的に制御するための方法および装置を提供することにある。

【0016】本発明の更に別の目的は、ファン機構の寿命を延ばし、かつエンジンの燃費を良くする、冷却を必要とする種々の車両システムにตอบสนองして車両エンジン冷却ファンを効率的に制御するための方法および装置を提

供することにある。

【0017】本発明の更に別の目的は、冷却を必要とする車両システムおよび制御システム自体の双方の信頼性を向上する、冷却を必要とする種々の車両システムにตอบสนองして車両エンジン冷却ファンを効率的に制御するための方法および装置を提供することにある。

【0018】本発明の更に別の目的は、部品が故障した場合に作動する無効機構を有する、冷却を必要とする種々の車両システムにตอบสนองして車両エンジン冷却ファンを効率的に制御するための方法および装置を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の電子制御回路は下記のように作動する部品から一般に構成される。

【0020】エンジンクーラントの温度を検出し、この温度に比例したクーラント温度信号を発生するための熱検出手段が設けられる。クーラント温度信号を受け、クーラント温度が所定の温度を越えたかどうかを表示するスレッシュールド温度信号を発生するのにスレッシュールド温度信号発生手段が使用される。

【0021】更に、自動車の対道路速度を検出する対道路速度検出手段と、所定の自動車作動システムの作動を検出するための負荷検出手段が設けられる。本明細書に、より詳細に述べるように、速度検出手段は自動車の対道路速度に比例した速度信号を発生し、同様に負荷検出手段はエンジンにかかる検出された負荷に対応した負荷信号を発生する。

【0022】更に、速度信号および負荷信号を受け、所定の車両作動システムが接続されている時の自動車の対道路速度が所定の速度よりも遅くなっているかどうかを表示する無効信号を発生する無効信号発生手段も設けられている。更に、スレッシュールド温度信号および無効信号を受け、所定温度、自動車の対道路速度およびエンジン負荷状態にตอบสนองして、自動車のファンクラッチすなわち冷却ファンを接続したり切り離したりするよう作動する制御信号を発生する制御信号発生手段も設けられている。

【0023】添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の態様についての下記の詳細な説明を読めば、本発明の上記およびそれ以外の目的、特徴および利点が容易に明らかとなろう。

【0024】

【実施例】

発明を実施するための最良の態様

電子ファン制御回路

次に、図1を参照する。本発明の制御回路は、ブロック図に示されており、全体を番号10で表示されている。この回路はサーミスタ12と、負荷センサ14と、対道路車両速度センサ16とを備える。

【0025】サーミスタ12は、エンジンのクーラントの温度を検出し、この温度に比例したクーラント温度信号を発生するための熱検出手段となっている。サーミスタ12は従来の設計のものであるが、エンジンクーラント温度が上昇するにつれて抵抗値が次第に下がる負の温度係数を有することが好ましい。しかしながら、当然当業者に周知の他のタイプのサーミスタ12と容易に置換できることに留意されたい。

【0026】負荷センサ14は従来の設計のものであり、エンジンに合成負荷を与える所定の車両作動システムの動作を検出するための負荷検出手段となっている。例えば、空調システムの場合、センサ14はこの空調システムの作動を検出し、空調システムが接続された時に負荷信号を発生するよう使用される。本出願人は負荷センサ14はエンジン負荷の存在を検出するだけでなく、エンジンにかかる合成負荷に比例した測定信号を発生するのにも使用できると認識している。

【0027】車速センサ16は車両の道路に対する速度を検出し、この速度に比例した速度信号を発生するための速度検出手段となっている。対道路速度センサ16は従来の可変リラクタンス形センサであるが、車両のトランスミッションシステムの後部に設けることが好ましい。

【0028】更に、図1を参照すると、本発明の電子制御回路10は、第1の温度検出器18を含むよう示されている。この温度検出器18はサーミスタ12のクーラント温度信号を受けて、このクーラント温度が第1の所定温度 T_1 を越えているかどうかを表示する第1の温度信号を発生するための第1の温度信号発生手段となっている。温度 T_1 は車両およびエンジン仕様によって決まる所定の温度であればいずれでもよい。図2に示すように、この第1の温度検出器18は周知の設計のコンパレータ、例えば従来のオペアンプであることが好ましい。

【0029】更に図1を参照する。本発明の電子ファン制御回路10は、更に第2の温度検出器20を備える。この温度検出器20はサーミスタ12のクーラント温度信号を受け、このエンジンクーラント温度が第2の所定温度 T_2 を越えているかどうかを表示する第2の温度信号を発生するための第2の温度信号発生手段となっている。図2に示すように、この第2の温度検出器20も周知の設計のコンパレータ、例えば従来のオペアンプであることが好ましい。

【0030】作動中は、 T_2 は T_1 よりも高いことが好ましいことを出願人は発見した。しかしながらこの温度 T_2 は特定車両およびこれに関連するエンジンによって決まる温度でよいことが判っている。実際は、測定対象であり、被応答パラメータによっては回路への入力信号を発生するのに1つのスレッシュールドタイプの温度検出器のみ使用するだけでよい。

【0031】再度図1を参照すると、本発明の電子ファ

ン制御回路10は、オプシヨンの誤動作検出器22を更に備える。この検出器22はサーミスタ12のクーラント温度信号を受信し、サーミスタ12が正しく作動しているかどうかを表示する第1の無効信号を発生するための第1の無効信号発生手段を構成している。サーミスタ12の誤動作としてはサーミスタがショートした状態、またはオープンになった状態のいずれかの作動上の故障がある。図2に示すように、この誤動作検出器22も従来のオペアンプタイプのものである。

【0032】電子ファン制御回路10はプログラム可能な周波数-電圧スイッチ24も備える。このスイッチ24は負荷センサ14および車速センサ16からそれぞれ負荷信号および速度信号を受け、特定の条件下で第2の無効信号を発生するための第2の無効信号発生手段を構成している。例えば、接続された空調システムを検出するのに使用される時、スイッチ24は空調システムが接続され、対道路車速が所定速度Vよりも遅くなったときに、第2の無効信号を発生する。当然ながら速度Vは特定車両および関連するエンジンに応じて変わることができる。しかしながら、車速Vは、車両のエンジンファンで別途に冷却しなくても、車両の移動により生じるコンデンサを通過する空気流が、必要なコンデンサの冷却をするのに十分となるような最小速度以上でなければならない。

【0033】プログラム可能な周波数-電圧スイッチ24に対しては、当業者に周知の従来の回路を任意の数だけ使用できる。図2に示すように、本発明ではLM2907と表示される回路チップを使用している。このプログラム可能な周波数スイッチ24は、種々の他の空調負荷条件および車速作動条件下で別の無効信号または代わりの無効信号を発生するようにもセットできることは明らかである。このプログラム可能な周波数スイッチ24は、上記、または別のエンジン負荷および対道路車速作動条件を記憶する当業者に周知の通常のタイミング機構25と置換することもできる。

【0034】更に図1を参照する。本発明の電子ファン制御回路10は、判別用コンパレータ26も備える。この判別用コンパレータ26は検出器22からの第1の無効信号およびプログラム可能な周波数スイッチ24からの第2の無効信号だけでなく、温度検出器18および20からの第1および第2の温度信号も受信するための制御信号発生手段を構成している。この判別コンパレータ26は所定のエンジンクーラント温度、対道路車速およびエンジン負荷条件にตอบสนองして、車両のファンクラッチ28と冷却ファン30を接続したり、切ったりするよう作動する制御信号を発生するための制御信号発生手段となっている。この判別コンパレータ26に対しては当業者に周知の従来のコンパレータ、例えば従来のオペアンプを任意の数だけ使用できる。図2に示されるように、本発明ではLM2902と表示される回路チップを使用

している。

【0035】回路の作動

以下、本発明の電子ファン制御回路10の作動を、一般に図1～4を参照し、特に図5を参照して、説明する。

【0036】最初に、本発明の好ましい実施例では、他の作動条件とは関係なく、ファンクラッチ28とファン30とが自動的に接続され、車両のコンデンサおよびラジエータを空気が通過するようにさせる2つの独立した無効条件が存在することが認識される。

【0037】図5を参照すると、サーミスタ12が誤動作し、誤動作検出器22にかかる状態を表示するクーラント温度信号を発生する時は、常に第1の無効条件が存在する。この状況では、エンジン冷却システムは温度情報をフィードバックする利点を活かすことなく作動しなければならず、エンジンクーラント温度が通常の作動パラメータ内にあるかどうかを判断できない。エンジンがオーバーヒートする可能性をなくするため、誤動作検出器22は判別用コンパレータ26に第1の無効信号を発生する。次に、判別コンパレータ26はサーミスタ12が正しく作動できるようになるか、または交換される時まで、ファンクラッチ28とファン30とを接続するよう作動する制御信号を発生する。

【0038】(1)空調システムが接続されたことを負荷センサが検出し、この状態を表示する負荷信号をプログラム可能な周波数スイッチ24に発生する場合、および(2)車速が所定速度Vより遅くなったを車速センサ16が検出し、このセンサがこの状態を表示する速度信号をプログラム可能な周波数スイッチ24に発生する場合は、いつも第2の無効条件が存在する。先に述べたように、所定の速度Vは対道路車速であり、これより遅くなると、車両の移動により生じるコンデンサを通過する空気流がコンデンサに対する必要な冷却能力を与えるには不十分である。かかる状況では、プログラム可能な周波数スイッチ24は判別用コンパレータ26に第2の無効信号を発生する。判別用コンパレータ26は、空調システムが切られるかまたは対道路車速が所定速度Vよりも速くなる時まで、ファンクラッチ28とファン35を接続するよう作動する制御信号を発生する。

【0039】上記無効条件は互いに別々に検出され、別々に応答されると認識すべきである。従って本発明の他の部品の作動を説明するにあたっては、上記無効条件のいずれも存在しないと仮定する。また、クーラント温度が所定の温度 T_1 および T_2 よりも高くなったとき、それぞれの温度信号を発生するのにそれぞれ使用される2つの温度検出器を参照して回路の作動について説明する。 T_1 は $T_1 < T_2$ となる基準点としても使用される。

【0040】エンジンクーラント温度が第1の所定温度 T_1 を越えたことを表示するクーラント温度信号をサーミスタ12が発生すると、第1の温度検出器18は判別

10

20

30

40

50

用コンパレータ 26 により受信されるクーラント温度信号に対応する第 1 の温度信号を発生する。同様にエンジンクーラント温度は第 2 の所定温度 T_2 を越えたことを表示するクーラント温度信号をサーミスタ 12 が発生すると、この信号に対応する第 2 の温度信号を第 2 の温度検出器 20 が発生し、第 2 の温度信号は判別用コンパレータ 26 により受信される。重要なことに、2 つのクーラント温度入力端があるので、判別用コンパレータ 26 はコンパレータが温度検出器 18 および 20 の双方を調査し、対応する温度信号を受信し、分析した後、制御信号を発生するだけである。従って、本発明の制御回路は、特定の温度、対道路速度および負荷条件を連続的にモニタする連続入力回路となっている。

【0041】従って、作動中は判別用コンパレータ 26 は、検出されたエンジンクーラント温度が T_2 よりも高くなった時、ファンクラッチ 28 とファン 30 との係合を維持するよう作動する制御信号を発生するようになっている。しかしながら、検出されたエンジンクーラントの温度が T_1 よりも低下すると、判別用コンパレータ 26 はエンジンクーラントの温度が T_2 よりも高くなる時までファンクラッチ 28 とファン 30 とを切るよう作動する制御信号を発生するようになっている。図 4 に、本発明の制御回路のより詳細な論理シーケンスが示されている。

【0042】先に述べたように、本発明の制御回路 10 は、連続的な調査、すなわちアナログ回路である。かかる設計は、デジタル技術に基づく制御回路よりも多数の固有の利点がある。かかる利点の一つは、本発明の制御回路 10 は種々の車両作動システムからの無限の数の入力信号を受け入れ得ることである。これと対照的に、同様なデジタル制御回路は追加車両作動システムの入力信号を受け入れるのに常に別のマイクロプロセッサユニットを必要とする。更に、デジタル制御回路は一般的にはハイレベルの電磁波を放射するので、この電磁波は他の電子技術に基づく車両システムの作動を妨害することがある。本発明の制御回路のアナログ特性により、回路からの電磁波放射量が少なくなるので、他の電子車両システムの作動の妨害が減少する。

【0043】部品

次に、図 2 を参照する。この図には本発明の電子ファン制御回路 10 の詳細図が示されている。上記のように、温度検出器 18 および 20 と誤動作検出器 22 は、いずれも従来のオペアンプタイプのものとして示されている。更に、プログラム可能な周波数スイッチ 24 および判別用コンパレータ 26 はそれぞれ回路チップ LM2907 および LM2902 と表示された標準的なオペアンプ状の従来のコンパレータとして示されている。図 2 は、毎時約 5 マイルのヒステリシスにより所定速度 V に対して選択された車速におけるファンクラッチ 28 の過

止するのに必要な電気部品をプログラム可能な周波数スイッチ 24 と共に示している。図 2 は更に、車両のバッテリー電圧を一定の直流 8 ボルトに調節するための電圧調節器 17 だけでなく、判別用コンパレータ 26 により発生された制御信号のパワーを増幅するパワーアンプ 27 も示している。

【0044】制御回路の論理シーケンス

次に図 3 および図 2 を参照する。これら図には、上記作動を要約する論理シーケンス表と共に、電子ファン制御回路の簡略図が示されている。図 3 および図 4 に示されるように、オペアンプ（すなわち温度検出器 18 および 20 と誤動作検出器 22）の各々の共通出力点における電圧は、参照符号 E_k で表示される。判別用コンパレータ 26 のベース基準電圧および出力電圧は、それぞれ同様に、 E_r および E_o と表示される。

【0045】上記のように、この論理シーケンスは誤動作サーミスタ 12 または低速時における空調負荷の存在に関連する 2 つの無効条件のいずれも存在していないと仮定する。図 4 に示される第 1 のシナリオでは、エンジンクーラントの温度は第 1 の所定温度 T_1 よりも低い。この温度は先に述べたベース基準点の温度である。

【0046】これら条件下では第 1 の温度検出器 18 および第 2 の温度検出器 20 のいずれも「オフ」信号（すなわち 0 ボルト）を発生する。従って、 E_k における電圧は 0 ボルトとなる。47 キロオームの直列分圧抵抗器により、基準電圧 E_r は約 4 ボルト（すなわち 5.3 ボルト）となる。 E_k が E_r よりも低いと判別用コンパレータ 26 はオン信号を発生し、出力電圧 E_o は 8 ボルトとなる。電子ファン制御装置 10 は反転設計されているので、判別用コンパレータにより発生されるオン信号は、ファンクラッチ 28 とファン 30 との切り離し状態に対応する。

【0047】エンジンクーラントの温度が第 1 の所定温度 T_1 と第 2 の所定温度 T_2 との間の値まで増加するにつれて、第 1 の温度検出器 18 はオン信号（すなわち 8 ボルト）を発生し、一方、第 2 の温度検出器 20 はオフ信号（すなわち 0 ボルト）を発生し続ける。よって E_k における電圧は 100 キロオームの直列接続された分圧抵抗器により 4 ボルトまで上昇する。 E_k は基準電圧 E_r よりもまだ低いので判別用コンパレータの出力電圧 E_o は 8 ボルトのままであり、ファンクラッチ 28 とファン 30 とは切り離された状態のままである。

【0048】エンジンクーラントの温度が第 2 の所定温度 T_2 を越えると、第 1 の温度検出器 18 および第 2 の温度検出器 20 の双方は、オン信号（すなわち 8 ボルト）を発生する。 E_k における電圧は 100 キロオームの直列接続された分圧抵抗器により 8 ボルトとなる。 E_k が E_r を越えると、出力電圧 E_o は判別用コンパレータ 26 の機能に従って 0 ボルトに変換される。従ってファンクラッチ 28 とファン 30 とが接続される。更に E

f における電圧は 47 キロオームの直列接続された分圧抵抗器により約 2 ボルト（すなわち 2.7 ボルト）まで低下する。

【0049】エンジンクーラントの温度が第 1 の所定温度 T_1 と第 2 の所定温度 T_2 との間の値まで低下すると、第 2 の温度検出器 20 はオフ信号（すなわち 0 ボルト）を発生し、一方第 1 の温度検出器 18 はオン信号（すなわち 8 ボルト）を発生し続ける。よって E_k における電圧は 4 ボルトまで復帰する。 E_k が E_f を越え続けると、出力電圧 E は 0 ボルトのままであり、ファンクラッチ 28 とファン 30 とは接続した状態に止まる。

【0050】最後に、エンジンクーラントの温度が第 1 の所定温度 T_1 よりも低下すると、第 1 の温度検出器 18 と第 2 の温度検出器 20 の双方は、オフ信号（すなわち 0 ボルト）を発生する。この結果、 E_k における電圧は 0 ボルトまで低下する。 E_k が E_f よりも低くなる際に、出力電圧 E は判別用コンパレータ 26 の機能に従って 8 ボルトに変換され、ファンクラッチ 28 とファン 30 とは切り離される。更に、 E_f における電圧は 47 キロオームの直列接続された分圧抵抗器により約 4 ボルト（すなわち 5.3 ボルト）まで上昇し、状態をベース基準点の状態に戻す。

【0051】図 3 は、簡略した状態のプログラム可能な周波数スイッチ 24 も示す。このプログラム可能な周波数スイッチ 24 は、従来のダイオード 32 により上記共通出力点において電圧 E_k からアイソレートされる。プログラム可能な周波数スイッチ 24 が第 2 の無効信号を発生すると、ダイオード 32 はこの信号を共通出力点に自由に通過させることができる。しかしながら、プログラム可能な周波数スイッチ 24 が第 2 の無効信号を発生しない時は、ダイオード 32 はプログラム可能な周波数スイッチ 24 と共通出力点との電気的な接続を不能にする。

【0052】更に図 3 を参照する。この図には包括的な検出器 34 も示されている。この包括的検出器 34 は、冷却能力を必要とし得る他の車両システム 35、例えばトランスミッションオイル、パワーステアリングオイルまたは空気対空気インタークーラーに応答して第 3 の無効信号を発生するための第 3 の無効信号発生手段を構成している。明らかなように、冷却能力を必要とし得る種々の車両システム 35 のいずれも処理するのに必要な任意の数の包括的検出器 34 を組み込むことができる。この包括的検出器 34 は、対応する車両作動システムの温度が第 3 の所定温度 T_3 を越えるときはいつも、第 3 の無効信号を発生する。この包括的検出器 34 は従来のオペアンブタイプのものであり、この包括的検出器 34 もプログラム可能な周波数スイッチ 24 と同様に従来のダ

イオード 32 により上記共通出力点からアイソレートされている。

【0053】本発明の電子制御回路 10、その作動、部品および論理シーケンスのこれまでの説明では、ファンクラッチ 28 およびファン 30 と関連させて回路 10 について説明した。ファンクラッチ 28 は磁気被動式または空気被動式のいずれでもよいことに留意されたい。いずれの構成においても、本発明の回路 10 により発生される制御信号はソレノイドを附勢するよう作動できる。空気被動式クラッチの場合、ソレノイドはバルブ（図示せず）を作動し、ファンクラッチ 28 を作動するのに必要な加圧空気を解放するようになっている。磁気式クラッチではソレノイドはファンクラッチ 28 を直接作動する。いずれの構成でもファンクラッチ 28 はファン 30 を一定速度で駆動するよう附勢される。

【0054】本発明の制御回路 10 は、ファンクラッチ 28 を利用することなくファン 30 を直接駆動することもできることが明らかである。かかる構成ではファンは電気または流体圧により制御できる。電動ファンを用いる場合、回路 10 により発生される制御信号はファン 30 を直接附勢するよう作動できるようにすぎない。流体圧式ファンの場合、回路 10 により発生される制御信号はソレノイドバルブ（図示せず）を附勢し、ファン 30 を駆動するための流体圧式ファンモータを作動するのに必要な流体を解放する。またいずれの構成においてもファン 30 は一定速度で駆動される。

【0055】以上で本発明を実施するための最良の態様を詳細に説明したが、当業者であれば特許請求の範囲に記載した発明を実施するための別の設計および実施例を思いつくことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の電子制御回路の作動の簡略化された論理図である。

【図 2】本発明の電子制御回路の詳細図である。

【図 3】本発明の電子制御回路の簡略図である。

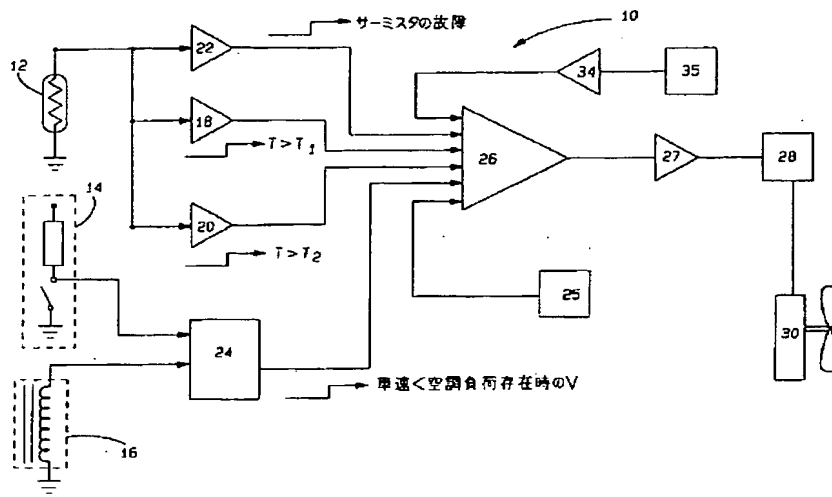
【図 4】本発明の電子制御回路の論理シーケンス図である。

【図 5】本発明の方法の工程を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 10 ファン制御回路
- 14 負荷センサ
- 18、20 温度検出器
- 22 誤動作除去器
- 24 プログラム可能周波数スイッチ
- 26 判別用コンパレータ
- 28 ファンクラッチ
- 30 冷却ファン

【図1】

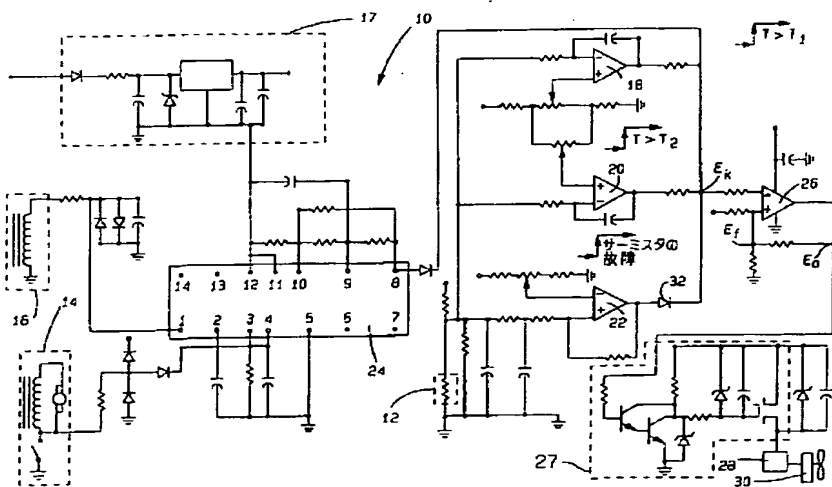


【図4】

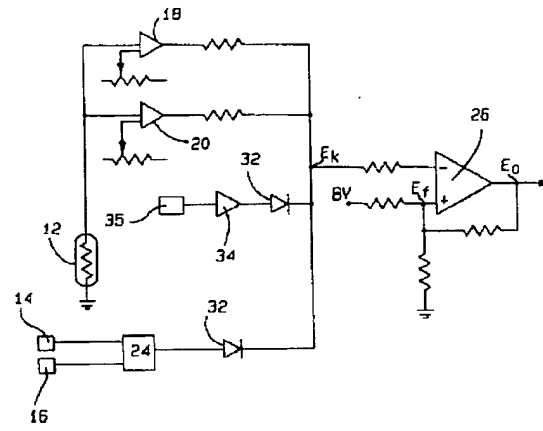
論理シーケンス

E_k	E_f	E_0	T
0V	5.3V	8V	$T < T_1$
4V	5.3V	8V	$T_1 < T < T_2$
8V	5.3→2.7V	0V	$T > T_2$
4V	2.7V	0V	$T_1 < T < T_2$
0V	2.7→5.3V	8V	$T < T_1$

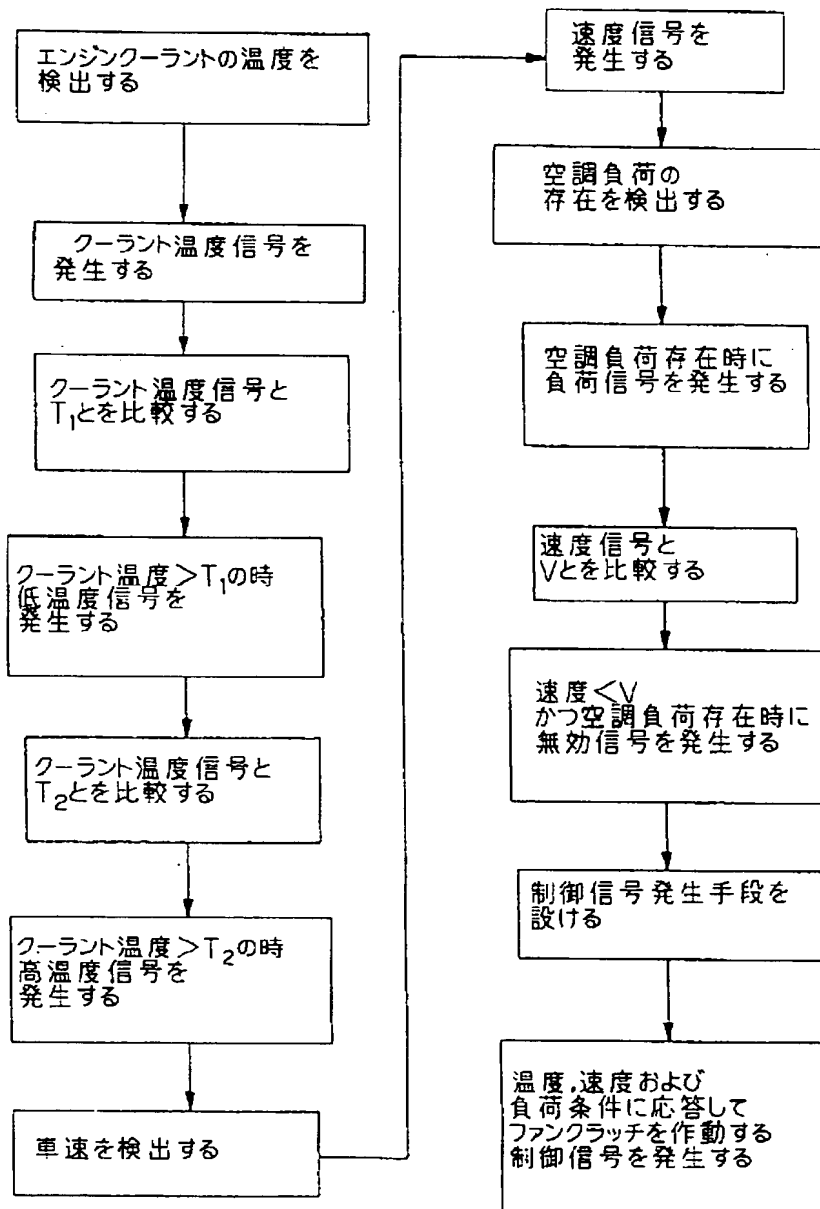
【図2】



【図3】



【図5】



THIS PAGE LEFT BLANK